

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.8.2004

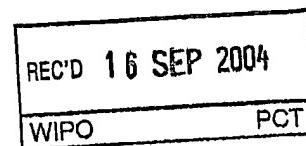
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 8月 5日

出願番号
Application Number: 特願 2003-286367

[ST. 10/C]: [JP 2003-286367]



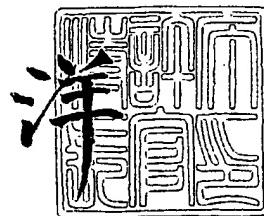
出願人
Applicant(s): 新東工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

フィルタを用いたフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータにより、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するために前記クレーンの駆動手段を制御するシステムであって、

前記ロープにおける振れの回転中心から前記搬送物の重心までの距離であるロープ長を計測するロープ長計測手段と、

このロープ長計測手段の計測結果に基づき前記ロープのロープ長における共振周波数を演算する共振周波数演算手段と、

所定の付与手段によって付与された前記搬送物への搬送指令を発信する搬送指令発信手段と、

前記クレーンの駆動手段の性能を超えないようにクレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算手段と、

このパラメータ演算手段の演算結果を記憶しつつ前記クレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを後述の変化率演算手段およびフィルタ手段にそれぞれ出力するパラメータ記憶手段と、

前記パラメータ記憶手段のデータの下に前記搬送指令発信手段からの前記搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限する演算を行う変化率演算手段と、

前記パラメータ記憶手段のデータの下に、前記共振周波数演算手段の演算結果である共振周波数の成分を前記変化率演算手段の演算結果から除去し、こうして前記搬送指令をフィルタリングした情報を前記クレーンの駆動手段に入力することにより、前記搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するためにクレーンの駆動手段の駆動条件を演算するフィルタ手段と、

を具備したことを特徴とするクレーンの駆動手段の制御システム。

【請求項2】

フィルタを用いたフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータにより、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するために前記クレーンの駆動手段を制御する制御プログラムを記憶した媒体であって、

前記ロープにおける振れの回転中心から前記搬送物の重心までの距離であるロープ長から逐次演算される共振周波数と、前記クレーンの駆動手段の性能を超えないように予め別途演算されたクレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータとの下に、前記搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける変化率を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去し、こうして前記搬送指令をフィルタリングした情報を前記クレーンの駆動手段に入力することにより、前記搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で前記搬送物が大きく振れないよう前に記クレーンの駆動手段を制御することを特徴とするクレーンの駆動手段の制御プログラムを記憶した媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】クレーンの駆動手段の制御システムおよびクレーンの駆動手段の制御プログラムを記憶した媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、クレーンの駆動手段の制御システムおよびクレーンの駆動手段の制御プログラムを記憶した媒体に係り、より詳しくは、フィルタを用いたフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータにより、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するために前記クレーンの駆動手段を制御するクレーンの駆動手段の制御システムおよびクレーンの駆動手段の制御プログラムを記憶した媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、クレーンの駆動手段において、搬送物の振れを抑制する装置の一つとして、荷役する荷の位置の画像を撮るモニタ手段と、このモニタ手段の出力を画像処理して前記荷の距離情報を含む情報を演算する画像処理手段と、この画像処理手段からの出力を入力してクレーンアーム角度を検出する角度検出手段と、前記画像処理手段からの距離情報および前記角度検出手段からのクレーンアーム角度情報を基づきクレーンアームの動作を制御して巻き上げ・引き込み・旋回の荷役の軌道を多角形直線運動するクレーン原動手段とを備えたものがある（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2000-38286号

【0003】

しかし、このように構成された従来の制御装置は、構成が複雑で高価なものになるなどの問題があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は、簡単な構成でも、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制することが可能なクレーンの駆動手段の制御システムおよびクレーンの駆動手段の制御プログラムを記憶した媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を達成するために本発明におけるクレーンの駆動手段の制御システムは、フィルタを用いたフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータにより、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するために前記クレーンの駆動手段を制御するシステムであって、前記ロープにおける振れの回転中心から前記搬送物の重心までの距離であるロープ長を計測するロープ長計測手段と、このロープ長計測手段の計測結果に基づき前記ロープのロープ長における共振周波数を演算する共振周波数演算手段と、所定の付与手段によって付与された前記搬送物への搬送指令を発信する搬送指令発信手段と、前記クレーンの駆動手段の性能を超えないようにクレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算手段と、このパラメータ演算手段の演算結果を記憶しつつ前記クレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを後述の変化率演算手段およびフィルタ手段にそれぞれ出力するパラメータ記憶手段と、前記パラメータ記憶手段のデータの下に前記搬送指令発信手段からの前記搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限する演算を行う変化率演算手段と、前記パラメータ記憶手段のデータの下に、前記共振周波数演算手

段の演算結果である共振周波数の成分を前記変化率演算手段の演算結果から除去し、こうして前記搬送指令をフィルタリングした情報を前記クレーンの駆動手段に入力することにより、前記搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するためにクレーンの駆動手段の駆動条件を演算するフィルタ手段と、を具備したことを特徴とする。

【0006】

このように構成されたものは、ロープによって搬送物を吊し上げると、ロープ長計測手段がこの時点でのロープ長を計測してその計測結果を共振周波数演算手段に入力する。すると、共振周波数演算手段はロープのロープ長における共振周波数を演算してこの演算結果をフィルタ手段に入力する。

【0007】

一方、所定の付与手段から搬送指令発信手段に搬送物の搬送指令が入力されると、搬送指令発信手段は搬送物の搬送指令を変化率演算手段に発信する。すると、変化率演算手段は、クレーンの駆動手段の性能を超えないための制御器に関するパラメータをパラメータ記憶手段から読み出しながら、搬送指令発信手段からの搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限した演算を行った後その演算結果をフィルタ手段に入力する。

【0008】

これに伴い、フィルタ手段は、クレーンの駆動手段の性能を超えないための制御器に関するパラメータをパラメータ記憶手段から読み出しながら、ロープ長の共振周波数の下に、クレーンの駆動手段に与える搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける変化率を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去し、こうして搬送指令をフィルタリングした情報をクレーンの駆動手段に入力する。これにより、搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で搬送物が大きく振れないようにクレーンの駆動手段を駆動しつつ制御することができる。

【発明の効果】

【0009】

以上の説明から明らかなように本発明は、フィルタを用いたフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータにより、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するために前記クレーンの駆動手段を制御するシステムであって、前記ロープにおける振れの回転中心から前記搬送物の重心までの距離であるロープ長を計測するロープ長計測手段と、このロープ長計測手段の計測結果に基づき前記ロープのロープ長における共振周波数を演算する共振周波数演算手段と、所定の付与手段によって付与された前記搬送物への搬送指令を発信する搬送指令発信手段と、前記クレーンの駆動手段の性能を超えないようにクレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算手段と、このパラメータ演算手段の演算結果を記憶しつつ前記クレーンの駆動手段の制御器に関するパラメータを後述の変化率演算手段およびフィルタ手段にそれぞれ出力するパラメータ記憶手段と、前記パラメータ記憶手段のデータの下に前記搬送指令発信手段からの前記搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限する演算を行う変化率演算手段と、前記パラメータ記憶手段のデータの下に、前記共振周波数演算手段の演算結果である共振周波数の成分を前記変化率演算手段の演算結果から除去し、こうして前記搬送指令をフィルタリングした情報を前記クレーンの駆動手段に入力することにより、前記搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制するためにクレーンの駆動手段の駆動条件を演算するフィルタ手段と、を具備したから、簡単な構成でも、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを適確に抑制することが可能になるなどの優れた実用的効果を奏する。

【0010】

なお、本発明においてフィルタとは、入出力端子を一組備え、その間の伝達関数が周波数特性を持つ回路をいう。

またなお、本発明においてフィードフォワード制御法とは、制御対象に加える操作量を予め決められた値に調節することにより、出力が目標値になるようにする制御法であって、制御対象の入出力関係や外乱の影響などが明確な場合には性能の良い制御を行うことができる。

【0011】

またなお、本発明における搬送物とは、搬送物および／または吊り具をいう。

またなお、本発明における加々速度とは、 L/T^3 で表示されるものである。

ただし、Lは長さの次元、Tは時間の次元である。

またなお、本発明におけるクレーンの駆動手段としては、電動機や油圧モータがある。

【0012】

ところで、本発明のように前記搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける変化率を制限することにより、クレーンの駆動手段について特に加速度の性能を超えないことを明確にすることができる。

また、本発明のように前記搬送物の搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去することにより、計測したロープ長に誤差が含まれている場合でもクレーンの駆動手段の制御器の制御性能が大きく劣化するのを防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を適用したクレーンの一実施例について図1～図3に基づき詳細に説明する。図2に示すように、本クレーンにおいては、本クレーン（図示せず）に装着のロープ巻上げドラム（図示せず）に接続されて前記クレーンから吊り下げられたロープ21の下端に、搬送物22が吊り具（図示せず）を介して掛止されている。また、前記クレーンには、ロープ巻上げドラムに接続されて前記クレーンから吊り下げられたロープ21における振れの回転中心から前記搬送物22の重心までの距離であるロープ長を計測するロープ長計測手段としての、前記ロープ巻上げドラム用モータ（図示せず）の回転軸に装着されたエンコーダ1と、所定の付与手段（図示せず）によって付与された前記搬送物22への搬送指令を発信する搬送指令発信手段2とが装着してある（図1参照）。

なお、ここで、所定の付与手段とは、クレーンの操縦者が使用する起動ボタンや、別途設けられたコンピュータをいう。

【0014】

また、前記クレーンにおいては、クレーンの駆動手段24としての電動機（図示せず）にコンピュータ3が電気的に接続しており、このコンピュータ3は、図1に示すように、前記エンコーダ1の計測結果に基づき前記ロープ21のロープ長における共振周波数を演算する共振周波数演算手段4と、後述のパラメータ記憶手段7のデータの下に前記搬送指令発信手段2からの前記搬送物22の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限する演算を行う変化率演算手段5と、後述のパラメータ記憶手段7のデータの下に、前記共振周波数演算手段4の演算結果である共振周波数の成分を前記変化率演算手段5の演算結果から除去し、こうして前記搬送指令をフィルタリングした情報を前記クレーンの駆動手段に入力することにより、前記搬送物22を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物22の振れを抑制するためにクレーンの駆動手段24の駆動条件を演算するフィルタ手段6と、後述のパラメータ演算手段8の演算結果を記憶していて前記クレーンの駆動手段24の制御器に関するパラメータを前記変化率演算手段5およびフィルタ手段6にそれぞれ出力するパラメータ記憶手段7と、しての機能を備えている。

【0015】

また、前記クレーンには、前記クレーンの駆動手段24の性能を超えないようにクレーンの駆動手段24の制御器に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算手段8が付設してあって、パラメータ演算手段8の演算結果は、予め前記パラメータ記憶手段7に入力しておく。

なお、パラメータには前記変化率を制限するものと前記フィルタ用のものとがある。

【0016】

次に、第2図に示すように、搬送物22をロープ21の下端に掛止した後、ロープ巻上げドラムを所要時間回転させて搬送物22を吊し上げた後、搬送物22を所望位置から所望位置まで搬送する作用について説明する。ロープ巻上げドラムを所要時間回転させて搬送物22を吊し上げると、エンコーダ1がこの時点でのロープ長を計測してその計測結果をコンピュータ3の共振周波数演算手段4に入力する。すると、共振周波数演算手段4はロープ21のロープ長における共振周波数を演算してこの演算結果をフィルタ手段6に入力する。

【0017】

一方、所定の付与手段から搬送指令発信手段2に搬送物22の搬送指令が入力されると、搬送指令発信手段2は搬送物22の搬送指令を変化率演算手段5に発信する。すると、変化率演算手段5は、クレーンの駆動手段24の性能を超えないための制御器に関するパラメータをパラメータ記憶手段7から読み出しながら、搬送指令発信手段2からの搬送物22の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの変化率を制限した演算を行った後その演算結果をフィルタ手段6に入力する。

【0018】

これに伴い、フィルタ手段6は、クレーンの駆動手段24の性能を超えないための制御器に関するパラメータをパラメータ記憶手段7から読み出しながら、ロープ長から逐次演算される共振周波数の下に、クレーンの駆動手段24に与える搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける変化率を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去し、こうして搬送指令をフィルタリングした情報をクレーンの駆動手段24に入力する。これにより、搬送物22を所望位置から所望位置まで搬送した時点で搬送物22が大きく振れないようにクレーンの駆動手段24を駆動しつつ制御することができる。

【0019】

上記のフィルタ手段6による演算は次に述べる理論にしたがって行われる。すなわち、フィルタ手段6に入力される時系列データをx(t)、フィルタ手段6から出力される時系列データをy(t)とすると、フィルタは式(1)で示すことができる。

【0020】

【数1】

$$\begin{aligned} y(t) &= b_0(f)x(t) + b_1(f)x(t-1) + b_2(f)x(t-2) + \cdots - a_1(f)y(t-1) - a_2(f)y(t-2) - \cdots \\ y(t) &= \sum_{j=0}^m b_j(f)x(t-j) - \sum_{i=1}^n a_i(f)y(t-i) \end{aligned} \quad (1)$$

ここでa_i(f)、b_j(f)はロープ21のロープ長から逐次演算される共振周波数fを媒介とするパラメータである。

【0021】

なお、gを重力加速度、Lをロープ長さとすると、共振周波数fは $\sqrt{(g/L)}$ となる。

そして、この共振周波数fは共振周波数演算手段4によって演算される。

またなお、x(t-j)はj制御周期前に入力された時系列データであり、y(t-i)はi制御周期前に出力された時系列データである。

【0022】

なお、項目数mおよびnは、フィルタの構成によって任意に決めることができるが、予め決めておく必要がある。例えば一次のローパスフィルタの場合にはm=0、n=1を、二次のローパスフィルタの場合にはm=0、n=2を、またノッチフィルタの場合にはm=2、n=2をそれぞれ

予め決め、決めた項目数mおよびnをパラメータ記憶手段7およびパラメータ演算手段8に入力しておく。

【0023】

またなお、パラメータ $a_i(f)$ 、 $b_j(f)$ は、パラメータ演算手段8によって予め演算しておくる必要があり、パラメータ演算手段8を用いて、その値を少しずつ変化させながら、クレーンの特性を表現するモデルを用いたシミュレーションにより繰り返し演算して決める。このときの制約条件は、クレーンの駆動手段24に与える搬送指令の最大速度がクレーンの駆動手段24の最大速度を超えないこと、クレーンの駆動手段24に与える搬送指令におけるそれぞれの変化率がクレーンの駆動手段24の変化率を超えないこと、上記の二つの条件を満たし搬送時間が最短となるものであることである。

【0024】

なお、式(1)は下記の式(2)で示すフィルタの伝達関数に対してZ変換を行うことによりを得ることができる。

【0025】

【数2】

$$F(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{b_0(f)S^0 + b_1(f)S^1 + b_2(f)S^2 + \dots}{a_0(f)S^0 + a_1(f)S^1 + a_2(f)S^2 + \dots} = \frac{\sum_{i=0}^nb_i(f)S^i}{\sum_{i=0}^na_i(f)S^i} \quad (2)$$

ここで、Sはラプラス演算子である。

【0026】

このようにして、搬送指令発信手段2からの搬送指令は、図3に示すように変化する。これに伴い、フィルタ手段6は、クレーンの駆動手段24の性能を超えないように予め別途演算されたクレーンの駆動手段24の制御器に関するパラメータの下に、クレーンの駆動手段24に与える搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける変化率を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去した後、クレーンの駆動手段24に入力する。この結果、図3に示すように搬送物22の振れは抑制される。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施例を実施するのに用いたシステムのブロック図である。

【図2】本発明の一実施例について説明するための説明図における主要部の正面図である。

【図3】本発明の一実施例における効果について説明するためのグラフであって、経過時間と搬送速度・搬送物の揺れの関係を示す。

【符号の説明】

【0028】

- 1 パルス発生器
- 2 搬送指令発信手段
- 3 コンピュータ
- 4 共振周波数演算手段

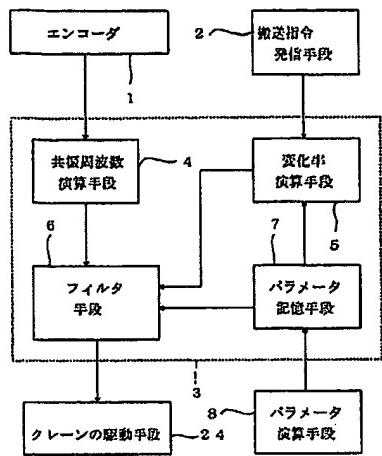
5 変化率演算手段

6 フィルタ手段

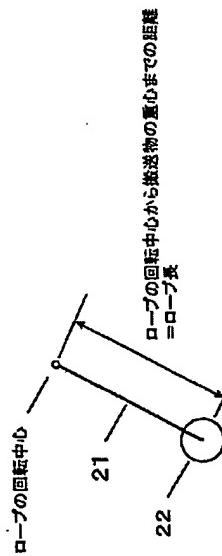
7 パラメータ記憶手段

8 パラメータ演算手段

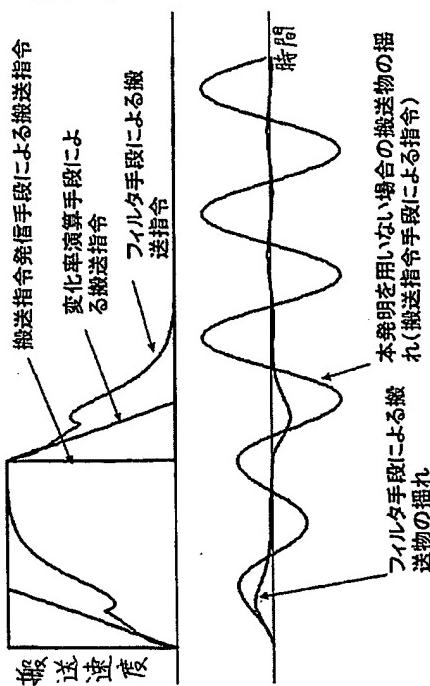
【書類名】図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成でも、クレーンのロープによって吊り下げられた搬送物を所望位置から所望位置まで搬送した時点で発生する搬送物の振れを抑制することが可能なクレーンの駆動手段の制御システムを提供する。

【解決手段】 ロープの振れの回転中心から搬送物の重心までのロープ長を計測するロープ長計測手段と、ロープ長の共振周波数を演算する共振周波数演算手段4と、搬送物への搬送指令を発信する搬送指令発信手段2と、クレーンの駆動手段の制御器のパラメータを演算するパラメータ演算手段8と、パラメータ演算手段8の演算結果を記憶しつつパラメータを変化率演算手段5およびフィルタ手段6に出力するパラメータ記憶手段7と、搬送物の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度の変化率を制限する演算を行う変化率演算手段5と、変化率演算手段5の演算結果から共振周波数の成分を除去してクレーンの駆動手段に入力するフィルタ手段6と、を具備したことを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2003-286367

出願人履歴情報

識別番号 [000191009]

1. 変更年月日 2001年 5月10日

[変更理由] 住所変更

住 所 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目28番12号
氏 名 新東工業株式会社